

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

---

---



*...the height of Excellence...*

Japanese Kokai Patent Application No.: 52[1977]-78450

Translated from Japanese into English  
by Phoenix Translations Code No. 3-2013

6306 HIGHLAND HILLS DR., AUSTIN, TX 78731 phone: (512) 343-8389,  
toll-free 877-452-1348, fax (512) 343-6721, email: [phoenixtranslations@ev1.net](mailto:phoenixtranslations@ev1.net)

Customer P.O. No.: None Given

## (19) JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT JOURNAL

(11) KOKAI PATENT APPLICATION No. SHO 52[1977]-78450

(43) Publication Date: July 1, 1977

(51) Int. Cl.<sup>2</sup>: G02B 5/14

C03B 23/04

C03B 23/20

C03B 37/00

H01P 3/00

(52) Japanese Cl.: 104A0

60C5

21A406

21A42

21A41

42E1

Sequence Nos. for Office Use: 7529-23

6442-53

7417-41

7417-41

7417-41

7445-47

No. of Inventions: 2 (Total of 3 pages)

Examination Request: Yes

(54) Title: CONTINUOUS MANUFACTURING METHOD OF OPTICAL GLASS FIBER

(21) Application No.: Sho 50[1975]-155475

(22) Application Date: December 25, 1975

(72) Inventor: Tatsuo Isawa

Ibaraki Electric Communication Research Laboratories,

Nippon Telegraph and Telephone Corp.

162 Shirane, Aza, Shirakata, Oaza, Tokaimura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(72) Inventor: Tadashi Miyashita

Ibaraki Electric Communication Research Laboratories,

Nippon Telegraph and Telephone Corp.

162 Shirane, Aza, Shirakata, Oaza, Tokaimura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(71) Applicant: Nippon Telegraph and Telephone Corp.

(74) Agent: Akihide Sugimura, patent attorney, and 1 other.

[There are no amendments to this patent.]

## CLAIMS

1. A continuous manufacturing method of optical glass fiber characterized by the following facts: in the manufacturing method of optical fiber, after centering polishing of plural glass preforms each comprising a clad layer and a core glass having a refractive index larger than that of the clad layer, the two end surfaces of said glass preforms are polished; then, and said glass preforms are optically bonded to each other at the end surfaces, while they are continuously heated and drawn.

2. A continuous manufacturing method of optical glass fiber characterized by the following facts: in the manufacturing method of optical fiber, after centering polishing of plural glass preforms each comprising a clad layer and a core glass having a refractive index larger than that of the clad layer, the two end surfaces of said glass preforms are polished; then, said glass preforms are bonded to each other at the end surfaces by means of an organic adhesive with silica as the main component, while they are continuously heated and drawn.

## DETAILED EXPLANATION OF THE INVENTION

This invention pertains to a continuous manufacturing method of optical wave guide (optical fiber) with good dimensional precision.

Optical fiber is believed to be the best medium for optical communication. The optical fiber is composed of a core glass covered with a glass clad layer. The light input into one end of the optical fiber is concentrated in the core glass having a higher refractive index for transporting. For the optical fiber used in optical communication, in order to reduce the absorptive loss of light, it is preferred that the content of the ions of nickel, chromium, and other transition metals be as small as possible. For example, John McKasie[transliteration] disclosed a manufacturing method in Japanese Kokai Patent Application No. Sho 50[1975]-120352.

At present, an important topic to be addressed for adopting the optical fiber as a medium for optical communication is that a uniform optical fiber should be manufactured using a relatively inexpensive manufacturing method.

The conventional optical fiber is manufactured in the following steps of operation: a step in which a glass film is attached on the inner surface of a silica glass tube; a step in which the glass tube is converted to a solid glass rod; and a step in which the glass rod is heated and drawn. In this manufacturing method, the dimensional precision of the obtained optical fiber depends on the dimensional precision of the silica glass tube as the feed material and the consolidating step, and the desired dimensional precision needed for the medium of communication may not be realized. This problem is particularly significant for the single mode optical fiber that has a high

communication volume. When the optical fiber with a high dimensional precision is manufactured, the manufacturing yield is low, and, as explained above, as the length of the optical fiber that can be manufactured from one glass rod (optical fiber preform) prepared in the above is about 1-5 km, the cost needed for performing the fiber drawing operation is high. Consequently, the obtained optical fiber is expensive.

The purpose of this invention is to solve the aforementioned problems of the conventional methods by providing a manufacturing method of optical fiber characterized by the fact that a polishing processing step is included, and the glass preforms are bonded to each other at the end surfaces while they are heated continuously and drawn to fiber; as a result, an optical fiber with substantially infinite length can be manufactured at a low cost. In the following, this invention will be explained in detail with reference to figures.

Generally speaking, the method of this invention has three steps of operation. In the first step, according to the manufacturing method of high-purity glass invented by one of the inventors (Japanese Patent Application No. Sho 47[1972]-45491) or the method described in US Patent No. 3,739,292, a high-purity core glass is formed. It is coated with a high-purity clad glass; and then coated with a glass with an ordinary purity to form an optical fiber preform. While the optical fiber preform is rotated, its outer peripheral surface is subjected to machine grinding and fine polishing. Processing is performed such that the center of the core glass and the center of the clad glass are in agreement to each other.

In the second step, the centered optical fiber preform has its two end surfaces polished to optical quality.

In the third step, the optical fiber preforms are bonded to each other at the end surfaces by means of optical bonding or an adhesive. While the optical fiber preforms are fed continuously, they are heated and drawn.

In the following, this invention will be explained in detail with reference to application examples. Silicon tetrachloride as the principal feed material of glass as well as germanium tetrachloride and oxygen as additives for controlling the refractive index of the glass are blown onto a refractory material heated at a high temperature to synthesize the glass. Details of this method are described in Japanese Patent Application No. 48[1973]-13562. In this method, a glass rod with outer diameter of 2.5 mm and length of 1000 mm is obtained. The surface of this glass rod is heated, and oxygen and silicon tetrachloride are blown on to it to form a clad glass with an outer diameter of the obtained glass rod of 7.8 mm. This glass rod is inserted into a silica glass tube with outer diameter of 51 mm and inner diameter of 7.6 mm, and they are heated and fused to each other, forming a solid glass rod. In order to correct for the eccentricity and elliptic deviation of the core glass and clad glass that take place in the consolidation step, the outer surface is ground for centering, and it is finished to a rod with an outer diameter of

[illegible] mm. Then, the two end surfaces are ground and polished to a plane precision of 500 Å or better. The optical fiber preforms prepared in this operation are used to form optical fiber using the fiber drawing device as shown in the figure. Optical fiber preform (1) is held by supporting fixture (2) so that it descends at a constant speed of 1 mm/min. It is heated and melted by heating oven (3) at 1500°C. It is pulled by a capstan at a constant outer peripheral rotating speed of 194 m/min, forming an optical fiber with outer diameter of 120 μm. When optical fiber preform (1) becomes short, new preform (6) supported by supporting table (5) in movement synchronized to supporting table (2) is brought to be bonded to optical fiber preform (1). Then, the supportive fixing of supporting table (2) is released, and it is moved upward. This operation is then carried out repeatedly, so that an infinitely long optical fiber can be obtained by fiber drawing the optical fiber preforms, each of which has an infinite length and which are bonded to each other at the end surfaces.

Bonding between optical fiber preform (1) and optical fiber preform (6) can be carried out by fully polishing their end surfaces and then pressing them together to realize optical bonding. In this way, bonding can be realized easily without increase in the transmission loss of light in the optical fiber.

Also, the following method may be adopted for bonding: after the conventional optical polishing, an adhesive mainly made of silica and containing water or organic binder is applied on the end surfaces of optical fiber preform (1) and optical fiber preform (6), followed by bonding.

For example, an adhesive in paste form and prepared from silica powder with size of 100 mesh or smaller and distilled water is coated with a thickness of 100 μm on the end surfaces of the optical fiber preforms, followed by baking at 800°C for bonding the optical fiber preforms to each other. Also, it is possible to apply Serima Coat 521 [transliteration] manufactured by Arames Co. of U.S.A. (commercial name, an adhesive mainly made of silica and containing an organic binder) on the end surfaces of the optical fiber preforms, followed by baking at 100°C to bond the optical fiber preforms to each other. When an adhesive is applied to bond the optical fiber preforms to each other, it is not necessary to polish the end surfaces of the optical fiber preforms to a high precision. This is an advantage.

The preforms bonded to each other with said adhesive is heated by fiber drawing heating oven (3) to form a thin layer of silica, and the silica layer has a thickness smaller than the wavelength of the light. Consequently, it has no influence on the characteristics of the optical fiber.

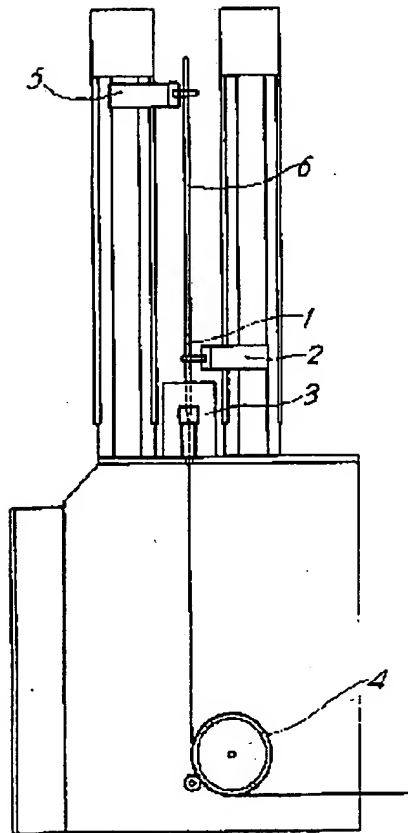
By continuously drawing 10 preforms (outer diameter of [illegible] μm, length of 1000 mm), an optical fiber with outer diameter of 120 μm and length of 1700 km was obtained continuously.

As explained above, in the continuous manufacturing method of optical fiber of this invention, the optical fiber preforms are polished and are sequentially bonded to each other for fiber drawing. As a result, it is possible to increase the dimensional precision, the yield of the optical fiber preforms is improved, and it is possible to manufacture the optical fiber continuously without stopping the fiber drawing equipment. Consequently, it is possible to provide the optical fiber at a lower cost.

### BRIEF DESCRIPTION OF FIGURES

The figure is a schematic diagram illustrating the fiber drawing equipment in an application example of this invention.

- 1, 6    Optical fiber preform
- 2, 5    Supporting table
- 3    Heating oven
- 4    Capstan



⑨日本国特許庁

⑩特許出願公開

## 公開特許公報

昭52—78450

⑪Int. Cl.<sup>2</sup>

識別記号

⑫日本分類

庁内整理番号

⑬公開 昭和52年(1977)7月1日

G 02 B 5/14

104 A 0

7529—23

C 03 B 23/04

60 C 5

6442—53

C 03 B 23/20

21 A 406

7417—41

C 03 B 37/00

21 A 42

7417—41

H 01 P 3/00

21 A 41

7417—41

42 E 1

7445—47

発明の数 2

審査請求 有

(全 3 頁)

### ⑭光ガラスファイバの連続製造法

⑮特 願 昭50—155475

⑯出 願 昭50(1975)12月25日

⑰発 明 者 伊沢達夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字  
白根162番地日本電信電話公社

茨城電気通信研究所内

⑱発 明 者 宮下忠

茨城県那珂郡東海村大字白方字  
白根162番地日本電信電話公社  
茨城電気通信研究所内

⑲出 願 人 日本電信電話公社

⑳代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

### 明 細 書

1. 発明の名称 光ガラスファイバの連続製造法

2. 特許請求の範囲

1. 光ファイバの製造方法において、被覆層と、この被覆層の屈折率より大きな屈折率を有する芯ガラスとからなる複数個のガラス母材の芯出し研磨を行つた後、前記ガラス母材の両端面を研磨し、次に前記ガラス母材同志を端面で光学接着しながら連続的に加熱して繰引きすることを特徴とする光ガラスファイバの連続製造法。

2. 光ファイバの製造方法において、被覆層と、この被覆層の屈折率より大きな屈折率を有する芯ガラスとからなる複数個のガラス母材の芯出し研磨を行つた後、前記ガラス母材の両端面を研磨し、次に前記ガラス母材同志を端面で、シリカを主成分とし水または有機結合材を含む接着剤により接着しながら、連続的に加熱して繰引きすることを特徴とする光ガラスファイバの連続製造法。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は光学導波管(光ファイバ)を寸法精度よく、連続的に製造する方法に関する。

光ファイバは光通信方式に用いられる伝送媒体として有望視されている。この光ファイバはガラス被覆層でおおわれた芯ガラスから形成されており、光ファイバの一端から入つた光は屈折率の高い芯ガラスに集中して伝搬する。通信に用いられる光ファイバは、光の吸収損失を少なくするため鉄、ニッケル、クロムのような遷移金属のイオンの含有量はできるだけ少なくすることが望ましく、たとえばジョン・マフクチエスニは、特開昭47—120352にその製法の一つを示している。

現在、光通信用伝送媒体として光ファイバを採用する上で解決しなければならない重要な問題は、均質な光ファイバを比較的安価な製造法により製造することである。

従来の光ファイバは石英管の内面にガラス皮膜をつける工程と、このガラス管を中実化しガラス棒にする工程と、このガラス棒を加熱繰引きする



工程により作られる。この製法においては、得られた光ファイバの寸法精度が、出発材である石英管の寸法精度、中実工程に依存し、通信用媒体として用いるに十分な寸法精度が得られていない。このことは伝送容量の大きい単一モード光ファイバにおいて特に大きな問題となっており、寸法精度の良い光ファイバの製造歩止まりがわるく、また前述のようにして作られたガラス棒（光ファイバ母材）/本から得られる光ファイバの長さは約1〜3m程度であり、繰引き工程に要するコストが大きいのできわめて高価となる。

本発明はこれらの欠点を除去するため、光ファイバの製造方法において、研削加工工程を取り入れ、またガラス母材同志を端面で接合しながら連続的に加熱して繰引きすることにより、実効的に無限の長さの光ファイバを製造することを可能とし、安価な光ファイバを提供するものである。以下図面により本発明を詳細に説明する。

本発明は大別すると、三つの工程より成っている。第1の工程は、本願の発明者の1名が発明し

ている高純度ガラスの製造方法（特開昭49-45471）または米国特許3,737,292等に記載されている方法により、高純度の芯ガラスを形成し、これを高純度被覆ガラスで被覆し、さらに通常の純度のガラスで被覆して作製した光ファイバ母材を、回転させながら、その外周面を機械研削およびファイバポリッシュし、芯ガラスの中心と、被覆ガラスの中心が一致するように加工する。

第2の工程は、このように芯出した光ファイバ母材の両端を光学研削する。

第3の工程は、光ファイバ母材同志を端面で、光学接合または接着剤等により接合し、この光ファイバ母材を連続的に供給しながら加熱して繰引きする。

次に具体的な実施例について説明する。ガラスの主原料である四塩化シリコンと、ガラスの屈折率を制御するための添加剤である四塩化ゲルマニウムと酸素とを、高温に加熱した耐火物上に吹きつけ芯ガラスを合成する。この方法の詳細は、特開昭49-13542に述べてある。この方法により、

外径2.5mm、長さ1000mmのガラス棒を得る。このガラス棒の表面を加熱し、酸素と四塩化シリコンを吹き付け、被覆ガラスを形成し、外径7.5mmのガラス棒とする。このガラス棒を外径31mm、内径7.6mmの石英ガラス管に押入し、加熱溶着し、中実のガラス棒とする。中実化工程で起こった芯ガラスと被覆ガラスの偏心、精円偏平等を修正するため、その外周を芯出し研削し、外径31mmに仕上げる。次にこの両端面を研削し、500μm以下の平面精度に仕上げる。このような工程によつて得られた光ファイバ母材を、図に示すような繰引き装置によつて、光ファイバに加工する。光ファイバ母材1を毎分1mmの一定速度で下降する支持台2により保持し、加熱炉3により1500℃に加熱溶融し、毎分174mmの一定外周速度で回転するキャプスタン4で繰引きし、外径120μmの光ファイバを得た。光ファイバ母材1が短くなつた場合には、支持台2と同期して動く支持台5で支持された新しい母材6を光ファイバ母材1に接合し、支持台2の支持固定を解除し、上方に戻す。この

工程を繰り返して、有限長の光ファイバ母材同志を端面で接合しながら繰引きすることにより、無限に長い光ファイバを得ることができる。

光ファイバ母材1と光ファイバ母材6の接合は、端面を充分に研削し、圧着する光学接合法により、製造された光ファイバに光の伝送損失を増加させることなく、容易に接合することができた。

また通常の光学研削の後、光ファイバ母材1の端面と光ファイバ母材6の端面の間に、シリカを主成分とし、水または有機結合材を含む接着剤により接合してもよい。

たとえば100メッシュ以下のシリカ粉末を蒸留水でペースト状にした接着剤を、光ファイバ母材の端面に厚さ100μmに塗布し、500℃で焼結することにより、光ファイバ母材を接合する。またアメリカ国のAronco社のセラマコート521（商品名、シリカを主成分とし、有機結合材を含む接着剤）を光ファイバ母材の端面に塗布し、100℃で焼結することにより、光ファイバ母材を接合する。このような接着剤を用いて光ファイバ母材を

接着するときは、光学接着法よりも、光ファイバ母材の端面の研磨精度をあげなくてよい利点がある。

なお接着剤に含まれる結合材は線引き加熱炉3により加熱する工程で燃焼し、シリカの薄層となり線引き後は、このシリカ層は光の波長以下の厚さとなり、光ファイバの特性に影響を与えなかつた。

この方法により10本の母材(外径 $50\mu$ 、長さ $1000\mu$ )を連続線引きすることにより、外径 $120\mu$ の光ファイバを1700km連続的に得られた。

以上説明したように、本発明の光ガラスファイバの連続製造法は、光ファイバ母材を研磨加工し、これを順次接着しながら線引きすることにより、光ファイバの寸法精度を上げることができ、また光ファイバ母材の歩止りがよくなり、線引き機械を止めることなく、連続的に光ファイバを製造することができるので、光ファイバを安価に提供することができる。

4 図面の簡単な説明

図は本発明の一実施例の線引き装置の概略図である。

1、4…光ファイバ母材、2、5…支持台、3…加熱炉、4…キャプスタン。

特許出願人 日本電信電話公社

代理人弁理士 杉 村 慶 秀

同 弁理士 杉 村 興 作

